

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-231814

(43)公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 5 C 1/04

識別記号

F I

F 1 5 C 1/04

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平9-49895

(22)出願日 平成9年(1997) 2月18日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 中川 準

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 北沢 宏一

東京都文京区向ヶ丘1-20-6 ファミール本郷1301

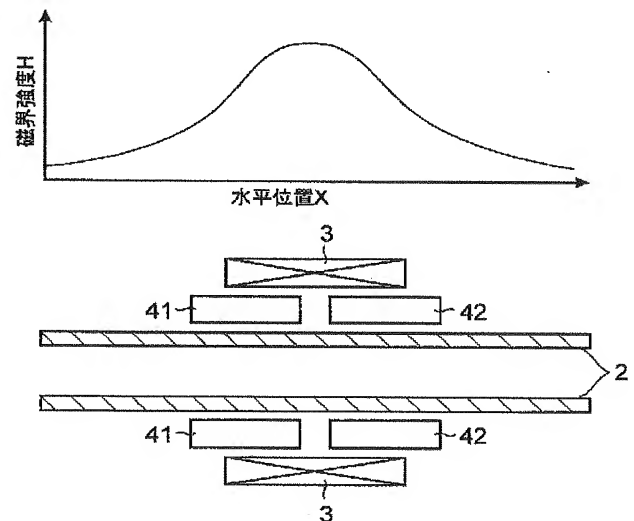
(74)代理人 弁理士 石井 陽一

(54)【発明の名称】 流体の流れ制御方法および流体の流れ制御装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 可動部をもたない手段により、流体の流れの方向および速度の制御を可能とする。

【解決手段】 超伝導コイル3の磁場勾配中において、ヒータ41、42による加熱や冷却等により流体の体積磁化率を変化させて、流体の流れの方向および流体の流れの速度を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁場勾配中において流体の体積磁化率を変化させることにより前記流体の流れの方向および前記流体の流れの速度を制御する流体の流れ制御方法。

【請求項2】 前記流体を加熱または冷却することにより体積磁化率を変化させる請求項1の流体の流れ制御方法。

【請求項3】 筒状体と、この筒状体の内部に磁場勾配を生じさせるための磁場発生手段と、前記筒状体内の流体の磁化率を変化させる磁化率変化手段とを有する流体の流れ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、気体や液体等の流体の流れを制御する方法と、この方法に用いる制御装置とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】気体や液体等の流体に流れを生じさせるためには、通常、ファンを回転させるためなどの可動部をもつ装置が必要である。加熱による重力自然対流によっても流体に流れを生じさせることができるが、自然対流は流れの方向を制御することが不可能である。

【0003】可動部をもつ装置では騒音の発生がある。また、可動部の動力源による影響、例えばモータを使った場合の電氣的ノイズ発生などの問題もある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、可動部をもたない手段により、流体の流れの方向および速度の制御を可能とすることである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)～(3)のいずれかの構成により達成される。

(1) 磁場勾配中において流体の体積磁化率を変化させることにより前記流体の流れの方向および前記流体の流れの速度を制御する流体の流れ制御方法。

(2) 前記流体を加熱または冷却することにより体積磁化率を変化させる上記(1)の流体の流れ制御方法。

(3) 筒状体と、この筒状体の内部に磁場勾配を生じさせるための磁場発生手段と、前記筒状体内の流体の磁化率を変化させる磁化率変化手段とを有する流体の流れ制御装置。

## 【0006】

【作用および効果】本発明では、磁場勾配中において流体の体積磁化率を変化させることにより、流体の流れの方向およびその速度を制御する。本発明では可動部をもつ装置を用いる必要がないので、騒音や電気ノイズ等が発生することがない。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0008】本発明では、流体の流れの方向およびその速度を制御するに際し、勾配をもつ磁場を流体に印加する。図1に、本発明の制御法の一例を示す。

【0009】図1では、両端が開放された非磁性の筒状体2が空気中に置かれており、磁場発生手段であるコイル3により、筒状体2の内部に、一端から他端に向かって磁場強度が単調に減少する磁場が印加されている。図中には、水平位置Xと磁場強度Hとの関係を示すグラフを併記してある。

【0010】図示例では、筒状体2内に存在する空気が被制御流体となる。そして、ヒータ4が磁化率変化手段である。筒状体2内の空気の一部をヒータ4により昇温すると、昇温した空気は密度が減少するため、体積磁化率が減少する。また、気体分子自体の磁化率も昇温により減少し、体積磁化率の減少に寄与する。体積磁化率が低くなった空気は、磁場強度勾配に沿って磁場強度が低い側に押し出されるため、筒状体2内には磁場強度の高い側から低い側に向かう空気流が形成される。

【0011】一方、筒状体2内において磁場強度の低い側から高い側へ流れる空気流を形成するためには、筒状体2内の空気の一部を冷却すればよい。冷却された空気は密度が増大するため、体積磁化率が増大する。また、気体分子自体の磁化率も冷却により増大し、体積磁化率の増大に寄与する。体積磁化率が増大した空気は、磁場強度勾配に沿って磁場強度が高いほうに引き寄せられるため、筒状体2内には磁場強度の低い側から高い側に向かう空気流が形成される。

【0012】上記例において、空気の温度を制御することにより、空気流の速度を制御することができる。また、磁場強度勾配の向きを反転させることにより、空気流の向きを反転させることができる。

【0013】図1に示す構成例では、筒状体2の端部付近で磁場強度が最大となっているが、図2に示すように、筒状体の中央付近に磁場強度が最大となる位置を設定すると共に、この位置を挟んで2つのヒータ41、42を配置すれば、稼働させるヒータを選択することにより空気流の向きを制御できる。また、図2に示す磁場強度分布とした場合において、ヒータを1つだけ設け、これを磁場強度最大位置を挟んで移動させることによっても、空気流の向きを制御できる。

【0014】なお、上記各構成例において、ヒータは筒状体の内側に設けてもよく、外側に設けてもよい。

【0015】上記例において筒状体2内にファンを設置すれば、本発明により制御される空気流によりファンの回転、増速、減速、停止、逆転等が可能である。すなわち本発明により、磁気エネルギーを介して熱エネルギーを運動エネルギーに変換することができる。なお、上記例では両端が開放された筒状体を用いているが、閉じた筒状体(環状の筒状体)としてもよい。

【0016】筒状体2は、流れの方向を制限して、流体

に実用的な流れを生じさせる目的で用いられる。このような目的に沿うものであれば、筒状体の外形および寸法、その断面の形状および寸法、その構成材質等は特に限定されない。

【0017】上記例では、空気を常磁性気体として扱っているが、空気の常磁性気体としての振る舞いは空気中の酸素によるものである。酸素は体積磁化率 $\chi$ がプラスの常磁性体であり、その $\chi$ は $1.80 \times 10^{-6}$ と比較的大きい。なお、本明細書における $\chi$ はSI単位の体積磁化率であって、大気圧下、室温付近における気体状態での値である。一方、空気の約80%を占める窒素は、体積磁化率が酸素に比べ著しく小さいため、空気流の方向およびその速度の制御にはほとんど寄与しないが、酸素の移動に引きずられて移動する。酸素のほかに本発明で制御するために好適な気体としては、酸素と同様に体積磁化率がプラスであって比較的大きいもの、例えばNOやSなどが挙げられる。

【0018】また、空気等の気体のほか、ある程度おおきな $\chi$ をもつ液体などについても本発明の適用が可能である。 $\chi$ の大きな流体としては、強磁性体が液体中に分散した磁性流体や、磁性イオンを含む液体、例えば塩化鉄、塩化マンガン、硫酸銅等の溶液などが挙げられる。

【0019】本発明において流体の体積磁化率を減少または増大させる方法は、上記した加熱または冷却に限らない。例えば、被制御流体が気体である場合には、水の電気分解、過酸化水素の分解、オゾンの分解などの酸素発生反応や、金属、水素、炭素等の酸化などによる酸素消費反応を利用して、被制御気体中の酸素濃度を調整し、これにより気体流の制御を行うことが可能である。このほか、水蒸気や二酸化炭素等の磁化率の小さい気体を発生させることによって気体流の制御が可能である。また、例えば、被制御流体が液体である場合には、イオンの価数変化反応、被制御液体中への磁化率の異なる液体の供給などにより、液体流の制御が可能である。

【0020】被制御流体に印加する磁場の強度およびその方向は特に限定されない。流体流の方向およびその速度は、流体の体積磁化率の変化量と磁場勾配の方向およびその強度とに依存し、磁場の強度およびその方向には依存しない。

【0021】本発明において、磁場強度の勾配は一定である必要はなく、また、一方向性であっても、2方向性または3方向性以上であってもよい。例えば、重力に対して水平な方向と垂直な方向の両者ともそれぞれ有効であり、また、両者を合成した勾配であってもよい。また、例えば、一点から放射状に遠ざかるにつれて磁場強度が低下または増大するような勾配であってもよい。

【0022】磁場強度勾配は、好ましくは0.1T/m以上、より好ましくは1T/m以上である。磁場強度勾配の上限は特にないが、最大強度が5T程度の磁場では、通

常、10～50T/m程度が上限となる。

【0023】流体に印加される磁場の最大強度は特に限定されず、必要な磁場強度勾配が得られるように適宜決定すればよいが、通常、0.1T以上であり、好ましくは0.5T以上である。磁場強度は、10T以下で十分であり、通常の磁石で容易に実現可能な1.5T以下の磁場であっても、十分な勾配を設定することが可能である。なお、流体に印加する磁場は静磁場であってもよく、交番磁場等の静磁場以外の磁場を利用してもよい。

【0024】本発明は、送風、熱輸送などに有用であり、また、熱により生じる流体流（熱対流）の抑制、加速、方向逆転などにも有用である。また、本発明を利用した流れ制御装置により流体流を生じさせ、この反作用により装置自体を運動させるという応用も可能である。

【0025】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明する。

【0026】図2に示すような流体流制御装置を準備した。この装置は、両端が開放されたアルミナ製の筒状体2をその軸方向が水平となるように設置し、筒状体2の図中央付近に超伝導タイプのコイル3を巻回すると共に、コイル3と筒状体2との間の左側にヒータ41を、右側にヒータ42を配置したものである。このコイル3により、筒状体2内には中央付近が最大強度となる勾配をもつ磁場が印加されている。筒状体2の軸上での磁場強度は、筒状体2の中央付近で8T、筒状体2の両端付近で約0.05Tであり、筒状体2内における磁場強度勾配は約45T/mであった。

【0027】この装置において、ヒータ42により筒状体2内の空気を加熱したところ、筒状体2内の空気が図中左側から右側に向かって流れたことが確認できた。また、ヒータ41により加熱したところ、空気流の方向が逆転した。

【0028】なお、筒状体の寸法は、直径13mm、長さ60mmであり、空気温度は約25℃、加熱後の空気温度は約200℃、筒状体内での空気流量は約5リットル/分であった。

【図面の簡単な説明】

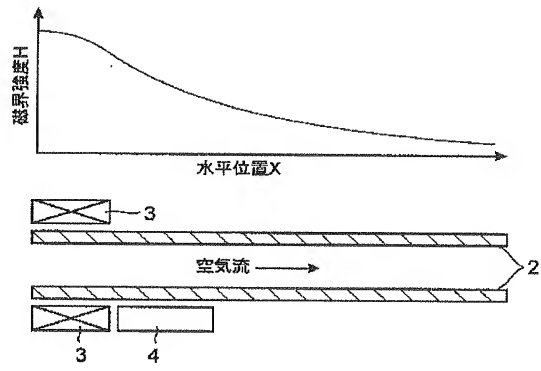
【図1】本発明の制御方法の一例を説明するための説明図である。

【図2】本発明の制御方法の一例を説明するための説明図である。

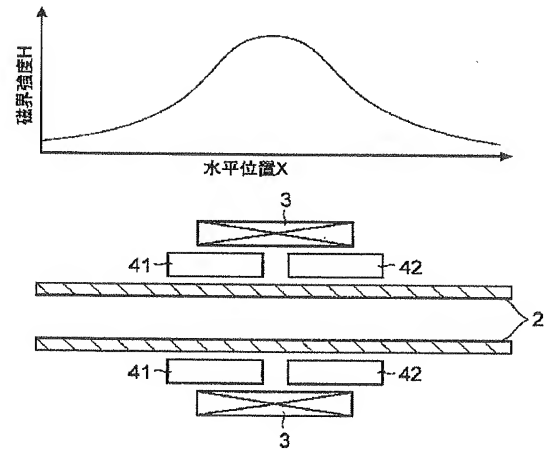
【符号の説明】

- 2 筒状体
- 3 コイル
- 4 ヒータ
- 41 ヒータ
- 42 ヒータ

【図1】



【図2】



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-231814

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

F15C 1/04

(21)Application number : 09-049895

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 18.02.1997

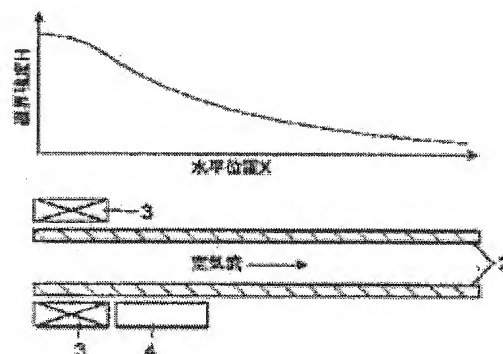
(72)Inventor : NAKAGAWA JUN  
KITAZAWA KOICHI

## (54) FLUID FLOW CONTROL METHOD AND FLUID FLOW CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control flow and speed of fluid by changing volumetric magnetic susceptibility of the fluid in magnetic field inclination.

SOLUTION: A non-magnetic cylindrical body 2 is placed in air, and a magnetic field magnetic field strength of which decreases from one end to the other end is applied inside of the cylindrical body 2 by a coil 3 which is a magnetic field generating means. Thereafter, when a part of the air in the cylindrical body 2 is raised in temperature by a heater 4, density of the air raised in temperature decreases, and volumetric magnetic susceptibility decreases. Additionally, magnetic susceptibility of gas molecules themselves decreases by temperature rise, and it contributes to decrease of the volumetric magnetic susceptibility. As the air the volumetric magnetic susceptibility of which becomes low is pushed out to the side where magnetic field strength is low along magnetic field strength inclination, an air current from the side where magnetic field strength is high to the side where it is low is formed inside of the cylindrical body 2. In the meantime, a part of the air in the cylindrical body 2 is cooled to form an air current from the side where magnetic field strength is low to the side where it is high in the cylindrical body 2.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A flow control method of a fluid which controls speed of a flow direction of said fluid, and a flow of said fluid by changing bulk susceptibility of a fluid into a field gradient.

[Claim 2]A flow control method of a fluid of claim 1 to which bulk susceptibility is changed by heating or cooling said fluid.

[Claim 3]A flow control device of a fluid characterized by comprising the following.

A tube-like object.

A magnetic field generating means for making an inside of this tube-like object produce a field gradient.

A magnetic susceptibility change means to change magnetic susceptibility of a fluid within said tube-like object.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the method of controlling the flow of fluids, such as a gas and a fluid, and the control device used for this method.

[0002]

[Description of the Prior Art]In order to make fluids, such as a gas and a fluid, produce a flow, the device which usually has a movable part for rotating a fan etc. is required. Although a fluid can be made to produce a flow also by the gravity free convection by heating, the free convection cannot control a flow direction.

[0003]There is generating of noise with a device with a flexible region. There are also problems, such as electrical-noise generating at the time of using the influence by the source of power of a flexible region, for example, a motor.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The purpose of this invention is to enable the flow direction of a fluid, and control of speed by a means without a flexible region.

[0005]

[Means for Solving the Problem]Such a purpose is attained by one composition of following the (1) - (3).

(1) A flow control method of a fluid which controls speed of a flow direction of said fluid, and a flow of said fluid by changing bulk susceptibility of a fluid into a field gradient.

(2) A flow control method of a fluid the above (1) to which bulk susceptibility is changed by heating or cooling said fluid.

(3) A flow control device of a fluid which has a tube-like object, a magnetic field generating means for making an inside of this tube-like object produce a field gradient, and a magnetic susceptibility change means to change magnetic susceptibility of a fluid within said tube-like object.

[0006]

[Function and Effect]The flow direction of a fluid and its speed are controlled by this invention by changing the bulk susceptibility of a fluid into a field gradient. Since it is not necessary to use the device which has a flexible region in this invention, neither noise nor an electrical noise occurs.

[0007]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, an embodiment of the invention is described in detail.

[0008]In this invention, it faces controlling the flow direction of a fluid, and its speed, and a magnetic field with inclination is impressed to a fluid. An example of the method of controlling this invention is shown in drawing 1.

[0009]In drawing 1, the nonmagnetic tube-like object 2 in which both ends were opened wide is placed into the air, and the magnetic field where magnetic field intensity decreases in monotone toward the other end inside the tube-like object 2 with the coil 3 which is a magnetic field generating means from one end is impressed. In the figure, the graph which shows the relation between the horizontal position X and the magnetic field intensity H is written together.

[0010]In the example of a graphic display, the air which exists in the tube-like object 2 serves as a controlled fluid. And the heater 4 is a magnetic susceptibility change means. If temperature up of a part of air within the tube-like object 2 is carried out with the heater 4, since density decreases, as for the air which carried out temperature up, bulk susceptibility will decrease. The magnetic susceptibility of the gas molecule itself also decreases according to temperature up, and contributes to reduction in bulk susceptibility. Since the air to which bulk susceptibility became low is extruded in accordance with magnetic-field-intensity inclination at a side with low magnetic field intensity, in the tube-like object 2, the airstream which goes to a low side from a side with high magnetic field intensity is formed.

[0011]What is necessary is on the other hand, just to cool a part of air within the tube-like object 2, in order to form the airstream which flows into a high side from a side with low magnetic field intensity in the tube-like object 2. As for the cooled air, since density increases, bulk susceptibility increases. The magnetic susceptibility of the gas molecule itself also increases by cooling, and contributes to increase of bulk susceptibility. Since the air to which bulk susceptibility increased can be drawn near to the one where magnetic field intensity is higher in accordance with magnetic-field-intensity inclination, in the tube-like object 2, the airstream which goes to a high side from a side with low magnetic field intensity is formed.

[0012]In the above-mentioned example, the speed of airstream is controllable by controlling the temperature of air. Direction of airstream can be reversed by reversing direction of magnetic-field-intensity inclination.

[0013]Although magnetic field intensity is the maximum near the end of the tube-like object 2 in the example of composition shown in drawing 1, If the position from which magnetic field intensity serves as the maximum is set up near the center of a tube-like object as shown in drawing 2, and the two heaters 41 and 42 are arranged on both sides of this position, direction of airstream is controllable by choosing the heater to work. When it is considered as the magnetic-field-intensity distribution shown in drawing 2, direction of airstream can be controlled also by forming a heater only one and moving this across a magnetic-field-intensity maximum position.

[0014]In each above-mentioned example of composition, a heater may be formed inside a tube-like object and may be formed outside.

[0015]If a fan is installed in the tube-like object 2 in the above-mentioned example, rotation of a fan, accelerating, a slowdown, a stop, an inversion, etc. are possible by the airstream controlled by this invention. That is, by this invention, thermal energy is convertible for kinetic energy via magnetic energy. Although the tube-like object in which both ends were opened wide is used in the above-mentioned example, it is good also as a closed tube-like object (annular tube-like object).

[0016]The tube-like object 2 restricts a flow direction, and it is used in order to make a fluid produce a practical flow. If such a purpose is met, the outside of a tube-like object and a size, the shape of the section and a size, its quality of a component in particular, etc. will not be limited.

[0017]In the above-mentioned example, although air is treated as a paramagnetism gas, the behavior as a paramagnetism gas of air is based on oxygen in the air. Oxygen is a paramagnetic material of plus of the bulk susceptibility  $\chi$ , and the  $\chi$  is comparatively as large as  $1.80 \times 10^{-6}$ .  $\chi$  in this specification is the bulk susceptibility of an SI unit, and is a value in the gaseous state in near a room temperature under atmospheric pressure. On the other hand, since [remarkable] it is small compared with oxygen, bulk susceptibility hardly contributes to the direction of airstream, and control of the speed, but it is dragged by movement of oxygen and the nitrogen which occupies about 80% of air moves. As a gas suitable in order to control by this invention other than oxygen, bulk susceptibility is plus like oxygen, and a comparatively large thing, for example, NO, S, etc. are mentioned.

[0018]Application of this invention is possible also about a fluid with to some extent big  $\chi$  besides gases, such as air. As a big fluid of  $\chi$ , solutions, such as a magnetic fluid which the ferromagnetic distributed in the fluid, a fluid, for example, ferric chloride, containing magnetic ion, a manganese chloride, and copper sulfate, etc. are mentioned.



[0019]The method of decreasing or increasing the bulk susceptibility of a fluid in this invention is not restricted to above-mentioned heating or cooling. For example, when a controlled fluid is a gas, it is possible to adjust the oxygen density in a controlled gas and for this to control gas flow using the oxygen consumption reaction by oxidation of oxygen evolution reactions, such as the electrolysis of water, disassembly of hydrogen peroxide, and decomposition of ozone, metal, hydrogen, carbon, etc., etc., etc. In addition, control of gas flow is possible also by generating a gas with small magnetic susceptibility of a steam, carbon dioxide, etc. When a controlled fluid is a fluid for example, control of a liquid stream is possible by supply etc. of the fluid in which the magnetic susceptibility to the inside of the valence change reaction of ion and a controlled fluid differs.

[0020]The intensity of the magnetic field impressed to a controlled fluid and its direction in particular are not limited. Depending on the variation of the bulk susceptibility of a fluid, the direction of a field gradient, and its intensity, it does not depend for the direction of a fluid stream, and its speed in the intensity of a magnetic field, and its direction.

[0021]In this invention, the inclination of magnetic field intensity does not need to be constant, on the other hand, may be tropism, or may be 2-way nature or 3 directivity or more. For example, it may be the inclination to which both of a direction vertical to a level direction are effective in respectively, and compounded both to gravity. It may be the inclination that magnetic field intensity falls or increases as it keeps away from one point radiately for example.

[0022]0.1 or more T/m of magnetic-field-intensity inclination are 1 or more T/m more preferably. Although there is no maximum in particular of magnetic-field-intensity inclination, in the magnetic field whose maximum strength is about 5T, about 10-50 T/m usually becomes a maximum.

[0023]Although the maximum strength in particular of the magnetic field impressed to a fluid is not limited but should just determine suitably that required magnetic-field-intensity inclination is acquired, it is more than 0.1T and is usually more than 0.5T preferably. Less than 10T is enough as it, and even if magnetic field intensity is a realizable magnetic field not more than 1.5T easily with the usual magnet, it can set up sufficient inclination. The magnetic field impressed to a fluid may be a static magnetic field, and may use magnetic fields other than static magnetic fields, such as an alternating magnetic field.

[0024]This invention is useful to air blasting, heat transport, etc., and useful to control of the fluid stream (heat convection) produced with heat, acceleration, a direction inversion, etc.

Application of producing a fluid stream with the flow control device using this invention, and making the device itself exercise according to this reaction is also possible.

[0025]

[Example]Hereafter, an example is given and this invention is explained in detail.

[0026]The fluid stream control device as shown in drawing 2 was prepared. This device installs the tube-like object 2 made from alumina in which both ends were opened wide so that those shaft orientations may become level, it winds the superconductivity type coil 3 near the center in a figure of the tube-like object 2, and the heater 41 is arranged the left-hand side between the coil 3 and the tube-like object 2, and it arranges the heater 42 on right-hand side. The magnetic field where near a center has the inclination used as maximum strength in the tube-like object 2 with this coil 3 is impressed. The magnetic field intensity on the axis of the tube-like object 2 is about 0.05T 8T and near the both ends of the tube-like object 2 near the center of the tube-like object 2.

The magnetic-field-intensity inclination within the tube-like object 2 was about 45 T/m.

[0027]In this device, when the air within the tube-like object 2 was heated with the heater 42, it has checked that the air within the tube-like object 2 had flowed toward right-hand side from the left-in-the-figure side. When heated with the heater 41, the direction of airstream was reversed.

[0028]The sizes of a tube-like object are 13 mm in diameter, and 60 mm in length.

As for the air temperature after about 25 \*\* and heating, the air flow rate of air temperature within about 200 \*\* and a tube-like object was a part for about 5-l./.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an explanatory view for explaining an example of the control method of this invention.

[Drawing 2]It is an explanatory view for explaining an example of the control method of this invention.

[Description of Notations]

2 Tube-like object

3 Coil

4 Heater

41 Heater

42 Heater

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

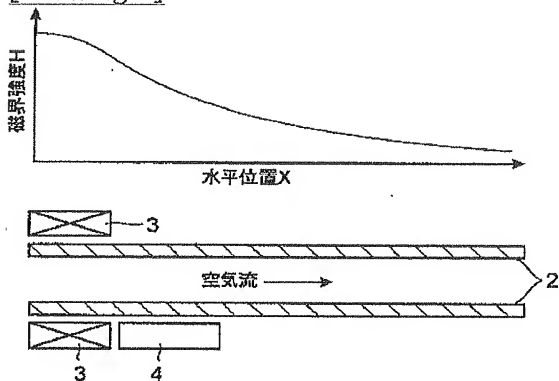
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

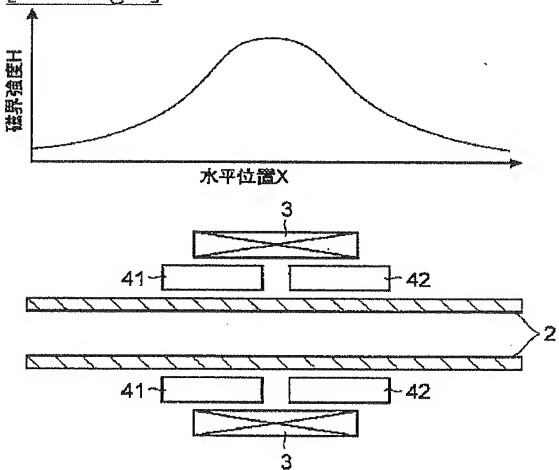
3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]